

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(1) N° de publication :

2 397 067

(A n° d'impression que pour les
commandes de reproduction.)

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(2)

N° 77 20766

(54) Dispositif d'injection de gaz pour gravure ou dépôt réactifs sous décharge lumineuse.

(51) Classification internationale (Int. Cl.⁸). H 01 L 21/489; C 23 C 11/00.

(22) Date de dépôt 6 juillet 1977, à 14 h 42 min.

(33) (22) (31) Priorités revendiquées :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — «Lettres» n. 5 du 2-2-1979.

(71) Déposant : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, résidant en France.

(72) Invention de : Francis Ferrat et Louise Pascaud.

(73) Titulaire : Idem (71)

(74) Mandataire : Société de Protection des Inventions.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Concorde — 75732 PARIS CEDEX 15

BEST AVAILABLE COPY

1

2397067

La présente invention a pour objet un dispositif d'introduction de gaz dans une enceinte servant à la gravure ou au dépôt réactifs de couches sur des substrats. Un tel dispositif est utilisé de préférence dans le cas où le dépôt réactif s'effectue sous décharge lumineuse. Mais il peut l'être aussi dans des enceintes où le dépôt s'effectue par pulvérisation cathodique, ou par réaction chimique, ce dernier procédé étant désigné parfois par les initiales CVD pour "Chemical Vapor Deposition".

L'invention trouve une application dans le dépôt de couches de nature quelconque (isolantes, conductrices, semi-conductrices) sur des substrats quelconques (métalliques, semi-conducteurs, isolants). Mais elle trouve une application privilégiée dans le dépôt d'isolant sur des substrats de silicium, opération fondamentale dans la fabrication des semi-conducteurs. Elle trouve également une application dans la gravure d'un substrat si le gaz introduit est approprié à cette fonction.

Bien que l'invention ne se limite pas à ce seul cas, on n'envisagera, dans la description qui va suivre et seulement à titre illustratif, que le cas des enceintes à dépôt réactif sous décharge lumineuse.

On sait que le procédé de dépôt de couche sous décharge lumineuse est particulièrement intéressant lorsqu'on désire éviter au substrat une élévation importante de température. Il est connu en effet que les méthodes ordinaires de dépôt chimique en phase vapeur nécessitent une température élevée, par exemple d'au moins 350°C pour SiO_2 et 600°C pour Si_3N_4 . Ces méthodes sont donc exclues pour certains substrats comme, par exemple, HgCdTe ou AsGa ou InFe , qui ne supportent pas de telles températures. La technique du dépôt sous décharge lumineuse, qui permet de réaliser des dépôts à une température proche de l'ambiante, offre donc un réel avantage.

Le procédé de dépôt réactif sous décharge lumineuse consiste essentiellement à provoquer un plasma dans un mélange réactif introduit dans une enceinte où sont disposés les substrats à recouvrir. L'un des effets du plasma est de rompre

BEST AVAILABLE COPY

2

2397067

certaines liaisons moléculaires des espèces gazeuses en présence et d'initier des réactions chimiques. Les substrats répartis sur une sole placée au voisinage du plasma se recouvrent alors d'une couche dont la composition dépend du mélange gazeux utilisé.

On pourra consulter à propos de cette technique, par exemple le brevet américain USF 3 757 733 de Alan R. Hainbert délivré le 21 septembre 1973, et intitulé "Radial Flow Reactor" ou encore l'article intitulé "A Production Reactor for Low Temperature Plasma-enhanced Silicon Nitride Deposition", publié par R.S. Rosler et al dans la revue "Solid State Technology", volume 19, n° 6, 1976, page 45 et les articles qui y sont cités.

Dans l'appareil décrit au brevet cité, les gaz cheminent sous la sole, du centre vers la périphérie de l'enceinte, puis lâchent la partie supérieure de la sole où sont disposés les substrats, et sont ensuite pompés par un conduit débouchant dans la partie centrale de la sole. Dans l'appareil de l'article cité, le cheminement des gaz est inverse : ils sont introduits dans l'enceinte par un conduit qui débouche dans la partie centrale de la sole, ils lâchent la partie supérieure de la sole et les substrats, puis sont évacués par la périphérie de l'enceinte.

Il résulte de ces dispositions les inconvénients suivants :

Dans le premier cas, les gaz ont un trajet très long à parcourir avant d'atteindre la zone où doit s'effectuer le dépôt. Le long de ce trajet, les gaz subissent inévitablement une excitation électrique et le plasma qui en résulte provoque leur décomposition prématurée. Les radicaux créés se recombinaient parfois rapidement, ce qui diminue d'autant l'efficacité du procédé.

Dans le second cas, le trajet est moins long mais la répartition des gaz n'est pas uniforme puisque l'injection s'effectue au centre de la sole, ce qui privilégie cette zone aux dépens de la zone périphérique. Le dépôt obtenu manque alors d'uniformité.

BEST AVAILABLE COPY

Un autre inconvénient de ces dispositifs résulte du fait que l'électrode supérieure se recouvre progressivement d'un dépôt isolant peu adhérent, qui se craquelle et finit par tomber sur la sole sous forme de particules dont la taille est de l'ordre de quelques centaines de micron. Cet effet est particulièrement sensible lors des dépôts de couches isolantes épaisses.

La présente invention a justement pour objet un dispositif d'introduction de gaz qui permet d'éviter ces inconvénients, notamment en offrant aux gaz un trajet très court entre la zone d'introduction et la sole, en améliorant l'homogénéité du dépôt et en évitant le décollement de la couche qui se forme progressivement au-dessus de la sole.

Ces résultats sont atteints par l'utilisation d'une paroi poreuse disposée de telle manière que les gaz introduits dans l'enceinte la traversent et que leur répartition s'en trouve uniformisée. Le trajet offert aux gaz est alors réduit à l'intervalle séparant la sole de la paroi poreuse, intervalle qui peut être rendu très court et qui est en outre réglable. Quant aux risques de décollement de la couche isolante formée au-dessus de la sole, ils sont réduits du fait que cette couche est déposée sur une surface poreuse et ne présente plus de structure continue, ce qui diminue ses contraintes internes et supprime le craquellement.

Si l'on utilise une enceinte où le procédé de dépôt réactif n'est pas le procédé sous décharge lumineuse, il va de soi que ce dernier avantage est sans objet puisque l'enceinte est dépourvue d'électrode. L'invention ne présente plus alors que l'avantage d'offrir aux gaz un trajet court et celui de conduire à une grande uniformité de leur écoulement.

De façon plus précise, la présente invention a pour objet un dispositif d'introduction de gaz dans une enceinte de gravure ou de dépôts réactifs de couches sur un substrat, ladite enceinte comprenant, à sa partie supérieure un conduit d'arrivée de gaz, des moyens pour porter lesdits gaz dans un état réactif,

BEST AVAILABLE COPY

une sole supportant ledit substrat et un conduit d'évacuation des gaz, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une paroi poreuse auxdits gaz, cette paroi étant disposée à la sortie du conduit d'arrivée de gaz, au-dessus et à proximité de la sole, sa fonction étant de répartir uniformément le flux de gaz sur la surface supérieure de ladite sole.

Comme indiqué plus haut, cette définition est valable quelle que soit la structure des moyens employés pour porter le mélange gazeux dans un état réactif. Mais, dans une variante privilégiée, ces moyens sont tels qu'ils permettent de créer une décharge lumineuse dans le mélange gazeux. Ils comprennent alors une électrode inférieure disposée sur ou sous la sole et une électrode supérieure disposée au-dessus de la sole, ces deux électrodes étant réunies à un générateur électrique. Dans ce cas, la paroi poreuse est disposée sous l'électrode supérieure et le conduit d'arrivée des gaz traverse cette électrode.

Le matériau constituant la paroi poreuse peut être un isolant ou un conducteur électrique. Ce peut être un matériau fritté, par exemple en inox, en bronze, en laiton ou en quartz. Les pores du matériau utilisé peuvent aller, par exemple, de 50 à quelques milliers de microns.

De toute façon, les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux après la description qui suit, d'exemples de réalisation donnés à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement et en coupe une installation de dépôt réactif sous décharge lumineuse, qui est munie du dispositif d'introduction de gaz selon l'invention ;

- les figures 2 à 4 illustrent schématiquement et en coupe trois modes de réalisation permettant d'obtenir des dépôts de géométries particulières.

L'installation représentée sur la figure 1 comprend un certain nombre de moyens connus dans ce genre d'application, à

BEST AVAILABLE COPY

savoir : une enceinte 2 délimitée par une paroi cylindrique 4 (en verre par exemple) par une plaque supérieure 5 et par une électrode inférieure 8 munié éventuellement d'un circuit d'eau de refroidissement 9 ; une sole 10 (en graphite par exemple) supportant un ou plusieurs substrats 12 ; cette sole peut être montée sur un arbre tournant 14 ; une résistance de chauffage 16, alimentée par un circuit 18 ; un conduit de pompage de gaz 20 relié à une pompe 22 ; un conduit d'introduction de gaz 24 relié, par une membrane souple 26, à des réservoirs de gaz 28 ; une électrode supérieure 30 ; un générateur 32 de tension alternative relié aux électrodes supérieure 30 et inférieure 8, cette dernière étant généralement à la masse ; des moyens 34 de mesure de la pression dans l'enceinte ; et enfin, éventuellement un écran 36.

Conformément à l'invention, l'enceinte où s'effectue le dépôt comprend en outre une paroi poreuse 40 disposée sous l'électrode supérieure 30 et fixée à celle-ci. L'électrode 30 présente une forme de coupelle renversée et la paroi poreuse est fixée par sa paroi latérale à l'électrode. Une chambre est ainsi constituée pour les gaz qui y sont introduits par le conduit 24 qui traverse l'électrode en son centre.

En ce qui concerne le fonctionnement général d'une telle installation, on pourra se reporter aux documents cités plus haut. Pour ce qui est du dispositif d'introduction de gaz qui constitue la partie originale de l'installation, il est clair qu'il permet d'atteindre les résultats annoncés plus haut : la paroi poreuse a pour effet d'uniformiser le flux gazeux sur toute l'étendue de la sole. Les substrats qui y sont disposés sont donc tous placés dans des conditions analogues. En outre, le trajet des gaz entre la zone d'introduction et la sole est très court ; il est d'ailleurs réglable par action sur la position verticale de la sole. Enfin, la couche qui peut se déposer sur la face inférieure de la paroi 40 ne présente pas de structure continue du fait de la nature poreuse de la paroi et, de ce fait, est moins soumise aux contraintes internes que ne le serait une couche continue qui se déposerait sur l'électrode supérieure 30 en l'absence de la paroi poreuse 40.

BEST AVAILABLE COPY

6

2397067

Si l'on veut obtenir un dépôt qui présente une forme ou un contour particulier, il est possible, selon l'invention, d'adjoindre au système d'introduction de gaz des moyens pour donner à la veine de gaz, dirigée sur la sole, la forme ou le contour en question.

Sur la figure 2, ces moyens consistent simplement en un masque, ou écran 42. S'il est placé au centre de la paroi, cet écran évite, ou tout au moins ralentit, le dépôt dans la partie centrale de la sole. Il va de soi que cet écran peut présenter toute forme appropriée.

Dans la variante de la figure 3, la paroi poreuse 40 comprend une zone 44 imperméable aux gaz et le flux de gaz se répartit autour de cette zone.

Sur la figure 4, l'électrode et la paroi poreuse présentent une forme annulaire, la veine de gaz dirigée sur la sole présentant alors cette même structure annulaire.

BEST AVAILABLE COPY

7

2397067

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'introduction de gaz dans une enceinte de gravure ou de dépôt réactifs de couches sur un substrat, ladite enceinte comprenant, à sa partie supérieure, un conduit d'arrivée de gaz, des moyens pour porter lesdits gaz dans un état réactif, une sole supportant ledit substrat et un conduit d'évacuation des gaz, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une paroi poreuse auxdits gaz, cette paroi étant disposée à la sortie du conduit d'arrivée de gaz, au-dessus et à proximité de la sole, sa fonction étant de répartir uniformément le flux de gaz sur la surface supérieure de ladite sole.

2. Dispositif selon la revendication 1, ladite enceinte étant adaptée à la gravure ou au dépôt réactifs sous décharge lumineuse, les moyens pour porter lesdits gaz dans un état réactif étant constitués par une électrode inférieure disposée sous la sole et une électrode supérieure disposée au-dessus de la sole, ces deux électrodes étant réunies à un générateur électrique, caractérisé en ce que le conduit d'arrivée de gaz traverse l'électrode supérieure et en ce que ladite paroi poreuse est disposée sous ladite électrode supérieure.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'électrode supérieure présente une forme de coupelle et en ce que la paroi poreuse est fixée par sa partie latérale à ladite électrode pour constituer une chambre alimentée en gaz par le conduit d'arrivée.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la paroi poreuse présente un contour adapté au contour des couches à déposer.

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la paroi poreuse est constituée par un disque homogène sous lequel est disposé un écran dont le contour est adapté à la forme des couches à déposer.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la paroi poreuse est en un matériau isolant électrique.

BEST AVAILABLE COPY

2397067

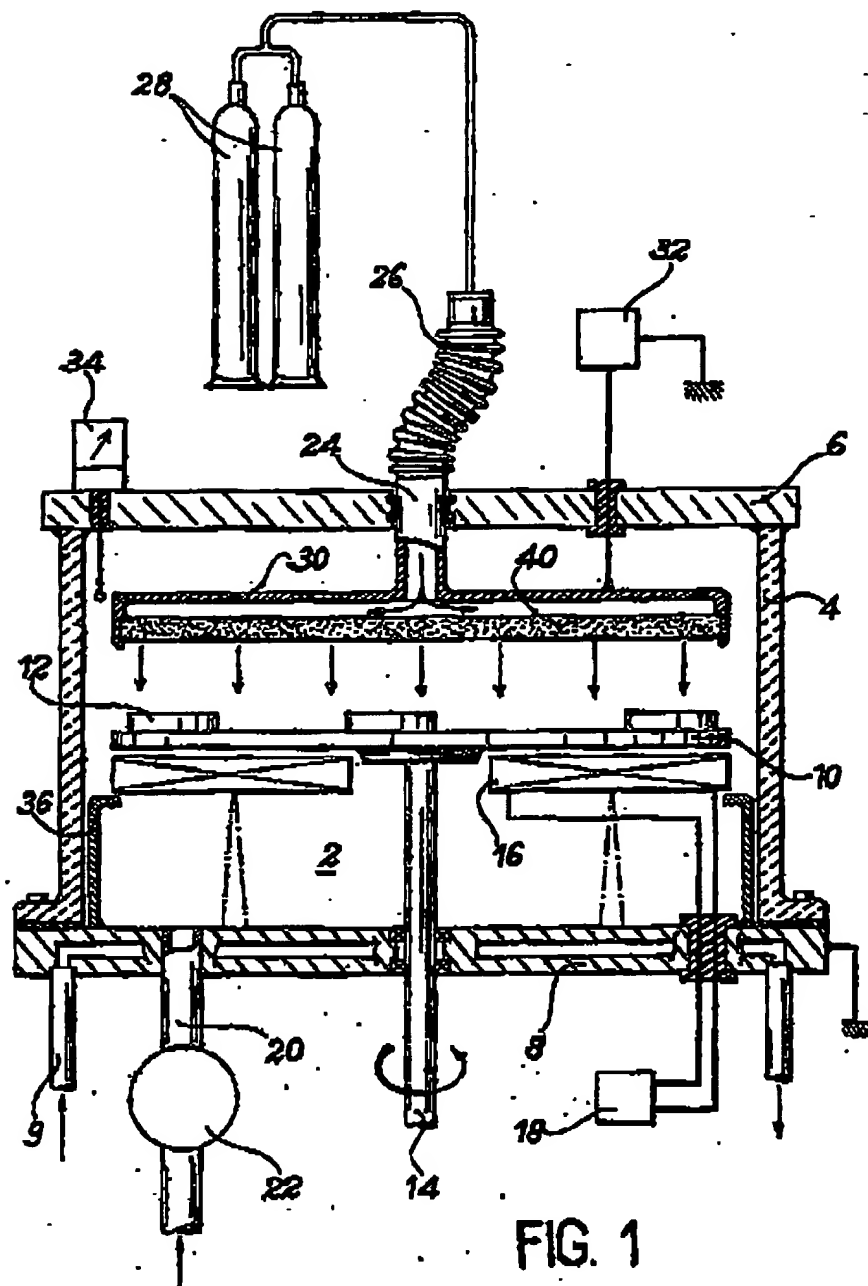
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la paroi poreuse est en un matériau conducteur électrique.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ladite paroi poreuse est en un matériau fritté.

BEST AVAILABLE COPY

Pl: I - 2

2397067



BEST AVAILABLE COPY

2397067

Pl: II - 2

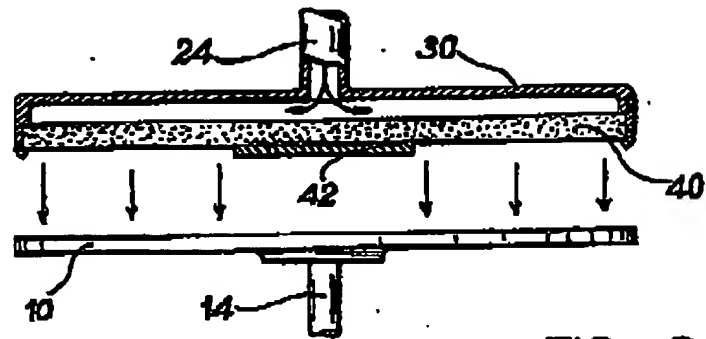


FIG. 2

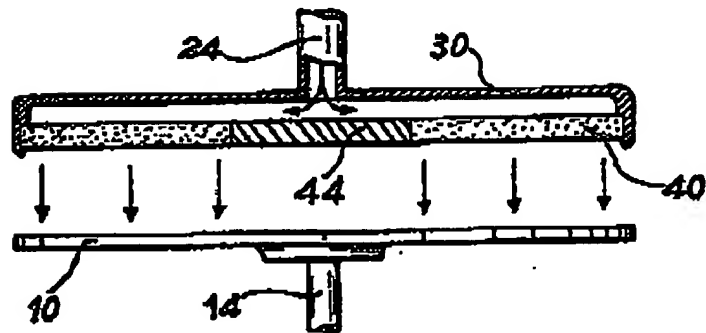


FIG. 3

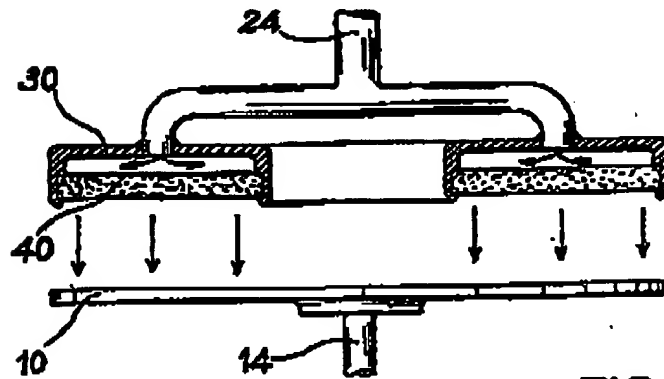


FIG. 4

BEST AVAILABLE COPY